

**PRARENCANA PABRIK
BIOGAS DARI AMPAS TAHU
KAPASITAS PRODUKSI 305 TON/TAHUN**



Diajukan oleh:

Andre Tjahjono NRP:5203015013

Maria Afliana Nawasari NRP:5203015047

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

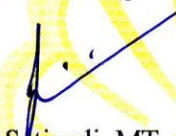
Nama : Andre Tjahjono

NRP : 5203015013

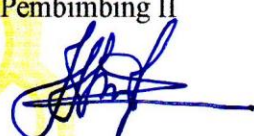
telah diselenggarakan pada tanggal 24 Juni 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 5 Juli 2019

Pembimbing I



Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137

Pembimbing II

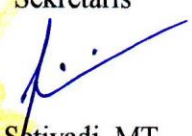

Dr. Ir. Suratno L, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Dewan Penguji


Ketua


Maria Yuliana, Ph.D
NIK. 521.18.1010
Sekretaris


Sekretaris


Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521. 88. 0137

Anggota


Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota


Dr. Ir. Suratno L, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Suryadi Ismadi, Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Sandy Budi H., S.T., M.Phil., Ph.D
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:


Nama : Maria Afliana Nawasari

NRP : 5203015047

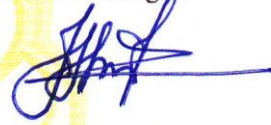
telah diselenggarakan pada tanggal 24 Juni 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 5 Juli 2019

Pembimbing I



Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137

Pembimbing II

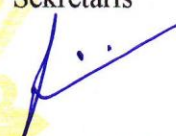

Dr. Ir. Suratno L, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Dewan Penguji

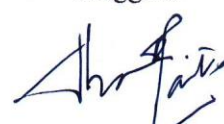
Ketua


Maria Yuliana, Ph.D
NIK. 521.18.1010


Sekretaris


Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521. 88. 0137

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota



Dr. Ir. Suratno L, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Sandy Budi H, S.T., M.Phil., Ph.D
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 5 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Andre Tjahjono
5203015013

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 5 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Maria Afliana Nawasari
5203015047

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andre Tjahjono

NRP : 5203015013

Nama : Maria Afliana Nawasari

NRP : 5203015047

Judul Tugas Akhir : Prarencana Pabrik Biogas dari Ampas Tahu Kapasitas
305 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa tugas akhir adalah ASLI karya tulis saya. Apabila terbukti karya ini merupakan plagiarisme, kami bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Kami menyetujui pula bahwa karya tulis ini dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (digital library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan keaslian dan persetujuan publikasi karya ilmiah ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 5 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Andre Tjahjono

Maria Afliana Nawasari

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Biogas dari Ampas Tahu”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Penulis menyadari bahwa proses penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., IPM, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ir. Setiyadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., dan Shella P. Santoso, Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
8. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pernyataan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Intisari	xiii
BAB I. Pendahuluan	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-6
I.4. Ketersediaan Bahan Baku.....	I-6
BAB II. Uraian dan Pemilihan Proses	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses	II-5
BAB III. Neraca Massa.....	III-1
BAB IV. Neraca Panas	IV-1
BAB V. Spesifikasi Peralatan.....	V-1
BAB VI. Lokasi, Tata Letak Pabrik & Alat, Instrumentasi,dan Safety....	VI-1
VI.1. Lokasi	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-4
VI.3. Instrumentasi	VI-9
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-11
BAB VII.Utilitas dan Pengolahan Limbah	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air	VII-1
VII.2. Unit Penyediaan Steam	VII-81
VII.3. Unit Penyediaan Listrik.....	VII-83
VII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VII-88
BAB VIII. Desain Produk dan Kemasan	VIII-1
VIII.1. Desain Logo	VIII-1
VIII.2. Desain Produk dan Kemasan	VIII-2
VIII.3. Sertifikasi	VIII-3
BAB IX. Strategi Pemasaran	IX-1
BAB X. Struktur Organisasi	X-1
X.1. Profil Perusahaan	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan.....	X-1
X.3. Struktur Organisasi	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang	X-2
X.5. Jadwal Kerja Karyawan	X-7
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-9
BAB XI. Analisa Ekonomi	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total.....	XI-1

XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total.....	XI-4
XI.3. Analisa Ekonomi Dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-6
XI.4. Perhitungan ROR.....	XI-12
XI.5. Perhitungan ROE	XI-13
XI.6. Waktu Pengembalian Modal	XI-14
XI.7. Penentuan Titik Impas/Break Event Point (BEP).....	XI-16
XI.8. Analisa Sensitivitas.....	XI-16
BAB XII. Diskusi dan Kesimpulan	XII-1
XII.1. Diskusi.....	XII-2
XII.2. Kesimpulan.....	XII-3
Daftar Pustaka.....	DP-1
Lampiran A	A-1
Lampiran B	B-1
Lampiran C	C-1
Lampiran D	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Kapasitas Kedelai	I-7
Gambar I.2. Kapasitas Impor LPG	I-8
Gambar II.1. Bagan proses perancangan pabrik Biogas dari Ampas Tahu Menggunakan EM-4	II-5
Gambar VI.1. Peta Lokasi Pabrik Biogas dari Ampas Tahu	VI-2
Gambar VI.2. Tata Letak Pabrik Skala 1:1800.....	VI-7
Gambar VI.3. Tata Letak Alat skala 1:9000	VI-8
Gambar VII.1. Diagram Alir Unit Penyediaan Air.....	VII-8
Gambar VII.2. Diagram Alir unit Pompa 1	VII-17
Gambar VII.3. Unit Aliran Pompa II.....	VII-32
Gambar VII.4. Unit Penyediaan Larutan NaOH Pompa III	VII-50
Gambar VII.5. Spesifikasi Cooling Water yang tersedia di pasaran (PT. Oregon Water)	VII-56
Gambar VII.6. Unit Penyediaan Air Pendingin.....	VII-59
Gambar VII.7. Unit Penyediaan air ke Boiler	VII-77
Gambar VII.8. Unit Penyediaan Air Pendingin.....	VII-59
Gambar VII.9. Unit Penyediaan air ke Boiler	VII-77
Gambar VIII.1. Logo Perusahaan	VIII-1
Gambar VIII.2. Kemasan Na ₂ CO ₃ .10H ₂ O.....	VIII-2
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan Net cashflow sesudah pajak	XI-16
Gambar C.1. Container Ampas Tahu.....	C-1
Gambar C.2. Alat Evaporator	C-42
Gambar C.3. Alat Crystallizer	C-45
Gambar C.4. Timbangan Bench Scale MCC02.....	C-53
Gambar D.1. Marshall and Swift installed-equipment indexes	D-1
Gambar D.2. Alat Evaporator	D-42
Gambar D.3. Alat Crystallizer	D-45
Gambar D.4. Timbangan Bench Scale MCC02.....	D-53

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Kandungan Unsur Ampas Tahu	I-2
Tabel I.2. Komposisi Biogas.....	I-3
Tabel I.3. Bahan Organik Dengan Potensi Untuk Pembuatan Biogas.....	I-3
Tabel I.4. Sifat-sifat dari Metana	I-3
Tabel I.5. Jumlah Panen Kedelai Propinsi Jawa Timur Tahun 2013-2017 .	I-7
Tabel I.6. Data Impor LPG	I-8
Tabel II.1. Contoh penelitian biogas.....	II-3
Tabel II.2. Perbandingan Keuntungan dan Kerugian Digester	II-5
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik	VI-6
Tabel VI.2. Keterangan tata letak alat	VI-9
Tabel VI.3. Instrumentasi Pada Alat Proses	VI-10
Tabel VI.4. Kondisi Penyimpangan pada Studi HAZOP	VI-15
Tabel VI.5. Analisa HAZOP pada Pabrik Biogas dari Ampas Tahu.....	VI-16
Tabel VII.1. Karakteristik air PDAM Sidoarjo.....	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-3
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Proses	VII-4
Tabel VII.4. Kebutuhan Air Umpan Boiler	VII-4
Tabel VII.5. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-5
Tabel VII.6. Kode dan Nama Alat Diagram Alir Unit Penyediaan Air...	VII-9
Tabel VII.7. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	VII-84
Tabel VII.8. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	VII-84
Tabel VII.9. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan Alat Elektronik	VII-85
Tabel VII.10. Pebrandingan Lampu dan Lumen yang Dihasilkan	VII-86
Tabel VII.11. Kebutuhan Lampu pada Pabrik Biogas dari Ampas Tahu	VII-87
Tabel VII.12. Kebutuhan Listrik Total	VII-88
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-6
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-8
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2. Penentuan Total Production Cost (TCP)	XI-5
Tabel XI.3. Keterangan Cashflow	XI-7
Tabel XI.4. Cashflow	XI-9
Tabel XI.5. Clashflow (Lanjutan)	XI-10
Tabel XI.6. Cashflow (Lanjutan)	XI-11
Tabel XI.7. Rate of Return on Investment (ROI) Sebelum Pajak	XI-12
Tabel XI.8. Rate of Return on Investment (ROI) Sesudah Pajak	XI-13
Tabel XI.9. Rate of Equity Investment (ROE) Sebelum Pajak	XI-13
Tabel XI.10. Rate of Equity Investment (ROE) Setelah Pajak.....	XI-14
Tabel XI.11. POT sebelum pajak.....	XI-15
Tabel XI.12. POT sesudah pajak	XI-15
Tabel XI.13. Penetuan BEP	XI-16
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Prsentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROI, ROE, dan POT	XI-17
Tabel A.1. Kandungan unsur ampas tahu	A-1
Tabel B.1. Heat Capacity dalam J/mol K	B-1
Tabel B.2. Data Entalpi Pembentukan Komponen Gas.....	B-4

Tabel D.1. Cost index dari tahun 2018 s/d 2023	D-2
Tabel D.2. Harga alat-alat proses.....	D-3
Tabel D.3. Harga alat penunjang	D-3
Tabel D.4. Harga alat utilitas	D-4
Tabel D.5. Harga Bahan Baku	D-6
Tabel D.6. Biaya Listrik untuk Penerangan.....	D-8
Tabel D.7. Biaya Listrik untuk Alat Elektronik.....	D-9
Tabel D.8. Biaya Listrik untuk Alat Proses	D-10
Tabel D.9. Biaya Listrik untuk Alat Utilitas.....	D-10
Tabel D.10. Harga Jual Produk.....	D-12
Tabel D.11. Perhitungan Gaji Karyawan.....	D-13
Tabel D.12. Harga bangunan	D-14

INTISARI

Konsumsi energi berbasis fosil yang semakin meningkat khususnya LPG (Liquid Petroleum Gas) yang tidak diimbangi dengan ketersediaan cadangan energi, menuntut adanya pengembangan energi alternatif lain yang jumlahnya melimpah dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi alternatif yang layak untuk dikembangkan adalah energi yang berasal dari limbah biomassa seperti kotoran ternak maupun limbah industri seperti ampas tahu. Ampas tahu yang digunakan untuk membuat biogas akan di fermentasi menggunakan digester dalam kondisi anaerob proses fermentasi akan di bantu dengan penambahan *biokatalis effective microorganisms* 4 (EM-4) dengan adanya penambahan EM-4 proses fermentasi yang semulanya lama akan dipersingkat menjadi 6 hari saja.

Biogas yang diperoleh dari hasil fermentasi ampas tahu sangat ramah terhadap lingkungan dan diharapkan dapat membantu meminimalkan bahan bakar (elpiji) dari luar negeri, sehingga pabrik biogas dari ampas tahu perlu didirikan untuk membantu memenuhi kebutuhan bahan bakar terlebih khusus bahan bakar untuk memasak dalam negeri. Selain menghasilkan biogas sebagai produk utama pabrik biogas dari ampas tahu ini juga menghasilkan produk samping seperti pupuk dan $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Ringkasan eksekutif dari Prarencana Pabrik Biogas dari Ampas Tahu adalah sebagai berikut:

1. Segi Teknis

Pabrik : Biogas dari Ampas Tahu

Kapasitas produksi : 305 ton/tahun

Sistem Operasi : Semi kontinyu

Bahan baku : Ampas tahu

Utilitas

- Air : 155,0579 m³/hari

- Listrik : 122,85 kW

- Steam : 148,6571 m³/hari

- Freon : 3 unit/tahun (1 unit = 15 kg)

Jumlah tenaga kerja : 114 orang

Lokasi pabrik : Sidoarjo Rangkah Industrial Estate (SiRIE) di Jl.

Raya Lingkar Timur kabupaten Sidoarjo

2. Segi ekonomi

- *Rate of Return on Investment* (ROI) setelah pajak : 23,58 %

- *Rate of Return on Equity* (ROE) setelah pajak : 40,93 %

- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 4 tahun 2 bulan

Abstract

Increasingly, fossil-based energy consumption, especially LPG (Liquid Petroleum Gas), which is not matched by the availability of energy reserves, demands the development of abundant and environmentally friendly alternative energy. One alternative energy source that is feasible to develop is energy derived from biomass waste such as livestock manure and industrial waste such as tofu waste. Tofu waste used to make biogas will be fermented using a digester under anaerobic conditions. The fermentation process will be assisted by the addition of biocatalyst effective microorganisms 4 (EM-4) with the addition of EM-4 fermentation process which will be shortened to only 6 days.

Biogas obtained from tofu dregs fermented is very friendly to the environment and is expected to help minimize fuel (LPG) from abroad, so that the tofu biogas plant needs to be established to help meet fuel needs especially fuel for domestic cooking. In addition to generate the biogas as the main product of the pulp biogas plant also produces byproducts such as fertilizers and $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Executive summary of the Prarencana Soybean *Yogurt* Factory are as follows:

Factory : Biogas from tofu dregs

Production capacity : 305 tons / year

Operating system : Semi continuous

Raw material : Tofu Waste

1. Utilities

- Water : 155.0579 m³ / day
- Electricity : 57,7707 kW
- Steam : 148.6571 kg / day
- Freon : 3 unit/tahun (1 unit = 15 kg)
- Total manpower : 114 people
- Factory location : Sidoarjo Rangkah Industrial Estate (SiRIE) on Jl. Raya L ingkar Timur Sidoarjo regency .

2. Economic Aspect

- Rate of Return on Investment (ROI) after tax: 24.3%
- Rate of Return on Equity (ROE) after tax: 42.2%
- Pay Out Time (POT) after tax: 4 years 1 month 20 days
- Break Event Point (BEP): 42.09%